

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. März 2001 (15.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/18950 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H02P 7/05

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02421

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juli 2000 (25.07.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
199 41 698.2 2. September 1999 (02.09.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, D-70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KESSLER, Martin
[DE/DE]; Prälat-Brommer-Strasse 10, D-77815 Brühl
(DE). KOCH, Stefan [DE/DE]; Lindenbrunnenstrasse 3,
D-77855 Achern (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

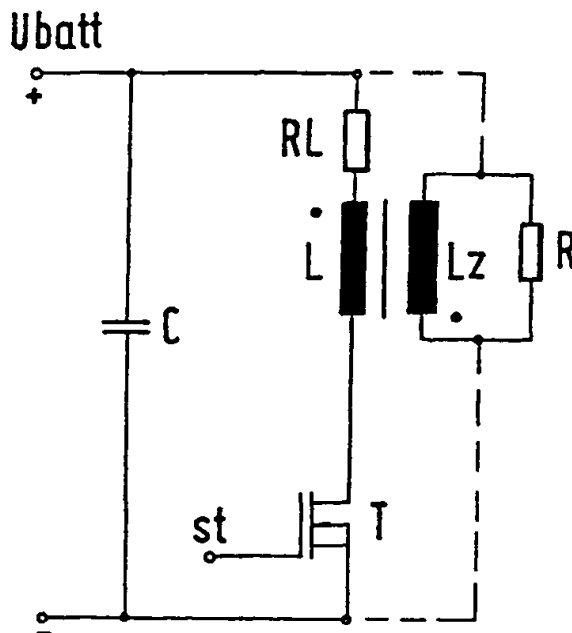
Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ARRANGEMENT FOR THE PROTECTION OF A POWER SEMICONDUCTOR OUTPUT STAGE SWITCHING
AN INDUCTIVE CONSUMER

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG ZUM SCHUTZ EINER EINEN INDUKTIVEN VERBRAUCHER SCHALTENDEN LEIS-
TUNGSHALBLEITER-ENDSTUFE



(57) Abstract: The invention relates to an arrangement for the protection of an output stage of a power semiconductor which connects and disconnects an inductive consumer to a direct current power supply voltage, depending on a control signal. Protection against induction voltages can be achieved without a freewheeling diode in that the induction voltage which occurs when the inductive consumer is disconnected can be transformed and transmitted to a supplementary inductance which is loaded with a resistance or is coupled in reverse direction flow to the direct current power supply voltage.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Schutz einer Leistungshalbleiter-Endstufe, die in Abhängigkeit eines Steuersignals einen induktiven Verbraucher an eine Gleichstrom-Versorgungsspannung anschaltet und von dieser abschaltet. Ein Schutz gegenüber den Induktionsspannungen wird ohne Freilaufdiode dadurch erreicht, dass die beim Abschalten am induktiven Verbraucher auftretende Induktionsspannung transformatorisch auf eine Zusatzinduktivität übertragbar ist, die mit einem Widerstand belastet oder in Gegenstromrichtung mit der Gleichstrom-Versorgungsspannung gekoppelt ist.

WO 01/18950 A1

Anordnung zum Schutz einer einen induktiven Verbraucher schaltenden Leistungshalbleiter-Endstufe

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Schutz einer Leistungshalbleiter-Endstufe, die in Abhängigkeit eines Steuersignals einen induktiven Verbraucher an eine Gleichstrom-Versorgungsspannung anschaltet und von dieser abschaltet.

6 Derartige Reihenschaltungen aus Leistungshalbleiter-Endstufe und induktivem Verbraucher werden für verschiedene Anwendungen eingesetzt. Dabei wird mit dem Steuersignal die Leistungshalbleiter-Endstufe stets voll durchgesteuert, um ihre Verlustleistung möglichst klein zu halten. Beim Abschalten der Leistungshalbleiter-Endstufe entsteht am induktiven Verbraucher eine Abschalt-
10 energie $W = \frac{1}{2} LI^2$, die von der Leistungshalbleiter-Endstufe ferngehalten werden muss, da diese über die parasitäre Diode derselben einen Stromfluss erzeugen würde, der zu einer Überlastung oder Zerstörung der Leistungshalbleiter-Endstufe führen könnte. Um dies zu verhindern, wird dem Verbraucher eine sogenannte Freilaufdiode parallel geschaltet, die als

Leistungsdiode an die geschaltete Leistung der Reihenschaltung anzupassen ist und daher sehr teuer ist.

Wie die WO 96/09683 zeigt, ist es bei elektronisch kommutierbaren Motoren auch bekannt, in den Freilaufkreis einer Erregerwicklung jeweils die nachfolgend zu bestromende Erregerwicklung einzubeziehen und so bereits eine Vormagnetisierung zu erreichen. Diese Anordnung benötigt jedoch nach wie vor die Freilaufdiode als Koppeldioden zwischen den Erregerwicklungen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, die ohne Freilaufdiode die Abschaltenergie $W = \frac{1}{2} LI^2$ des induktiven Verbrauchers von der Leistungshalbleiter-Endstufe fernhält und abführt.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, dass die beim Abschalten am induktiven Verbraucher auftretende Induktionsspannung transformatorisch auf eine Zusatzinduktivität übertragbar ist, die mit einem Widerstand belastet oder in Gegenstromrichtung mit der Gleichstrom-Versorgungsspannung gekoppelt ist.

Die Abschaltenergie wird beim Abschalten der Reihenschaltung auf die Zusatzinduktivität, d.h. einen von der Reihenschaltung getrennten Kreis, übertragen und in diesem durch Belastung abgeführt. Dabei kann durch entsprechende Kopplung der Zusatzinduktivität die frei werdende Energie auch zur Gleichstrom-Versorgungsspannung zurück übertragen werden. Als induktive Verbraucher kommen Schaltrelais, Schaltschütze, elektronisch kommutierbare Motoren und dgl. in Betracht.

Bei einem Schaltrelais und einem Schaltschütz ist die Auslegung in einfacher Weise so getroffen, dass der induktive Verbraucher und die Zusatzinduktivität als gegenseitig gewickelte Spulen mit gemeinsamem Magnetkreis ausgebildet sind.

Für einen elektronisch steuerbaren Motor ist die Zusatzinduktivität für eine bestromte Energiewicklung jeweils die im Kommutierungszyklus nachfolgend gegenseitig bestromte Erregerwicklung. Besonders einfache Schaltungen ergeben sich, wenn als Leistungshalbleiter-Endstufen N-Kanal-MOS-FETs in Low-Side-Schaltung verwendet sind.

Die Erfindung wird anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Anordnung mit einem über eine Leistungshalbleiter-Endstufe geschalteten Schaltrelais und

Fig. 2 eine Anordnung mit einem elektronisch kommutierbaren Motor mit vier Polen und zwei Wickelstränge als Erregerwicklungen.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 verwendet zum An- und Abschalten des induktiven Verbrauchers L einen mit T bezeichneten N-Kanal-MOS-FET. Die Ansteuerung erfolgt mit einem Steuersignal st, das beim Anstehen die Leistungshalbleiter-Endstufe T voll durchsteuert, so dass die Verlustleistung derselben möglichst klein ist und der maximale Strom durch den Verbraucher L mit dem

5 Verbraucherwiderstand R_L fließen kann. Dabei fällt am Verbraucher L praktisch die volle Gleichstrom-Versorgungsspannung U_{batt} ab. Wird die Leistungshalbleiter-Endstufe T durch Abschalten des Steuersignals st nicht mehr angesteuert, dann nimmt sie den hochohmigen Schaltzustand ein, in dem für die Induktionsspannung des Verbrauchers L die parasitäre Diode der Leistungshalbleiter-Endstufe einen Stromkreis bilden könnte.

10

Um einen Stromfluss darüber stark zu verringern, wird die Induktionsspannung auf eine Zusatzinduktivität L_z übertragen, die transformatorisch mit dem Verbraucher V gekoppelt ist, d.h. der Verbraucher L und die Zusatzinduktivität L_z sind gegensinnige Wicklungen mit gemeinsamem Magnetkreis. Ist die Zusatzinduktivität L_z mit einem Widerstand R belastet, dann wird damit die Energie der Induktion abgebaut. Die Energie kann jedoch auch - wie die gestrichelten Linien der Fig. 1 zeigen - in Gegenstromrichtung auf die Gleichstrom-Versorgungsspannung U_{batt} mit dem parallel geschalteten Glättungskondensator C zurück übertragen werden.

15

20

Das Schaltbild nach Fig. 2 zeigt als induktive Verbraucher L_1 und L_2 die zwei Erregerwicklungen eines elektronisch kommutierbaren Motors. In dem Kommutierungszyklus werden die Verbraucher L_1 und L_2 abwechselnd bestromt, wobei sich von Schritt zu Schritt die Bestromungsrichtung der Erregerwicklungen ändert, da sie in die Reihenschaltungen mit gegensinnigem Wicklungssinn einbezogen sind. Die Leistungshalbleiter-Endstufen T_1 und T_2 werden im Kommutierungszyklus mit den aufeinander folgenden Steuersignalen st_1 , st_2 , st_1 , st_2 ... beaufschlagt. Bei der Bestromung des Verbrauchers L_1 wirkt der transformatorisch gekoppelte Verbraucher L_2 als Zusatzinduktivität L_z , während bei der

25

30

Bestromung des Verbrauchers L2 der Verbraucher L1 die Funktion der Zusatzinduktivität L_z übernimmt. In jeder Bestromungsphase arbeitet die Schaltung nach Fig.2 wie die Schaltung nach Fig. 1, so das auch hier keine Freilaufdioden an den Verbrauchern I1 und L2, d.h. den Erregerwicklungen des Motors erforderlich sind und die Leistungshalbleiter-Endstufen T1 und T2 gegenüber der beim Abschalten auftretenden Induktionsspannungen geschützt sind.

5

10

Ansprüche

15

1. Anordnung zum Schutz einer Leistungshalbleiter-Endstufe, die in Abhängigkeit eines Steuersignals einen induktiven Verbraucher an eine Gleichstrom-Versorgungsspannung anschaltet und von dieser abschaltet, dadurch gekennzeichnet,

20

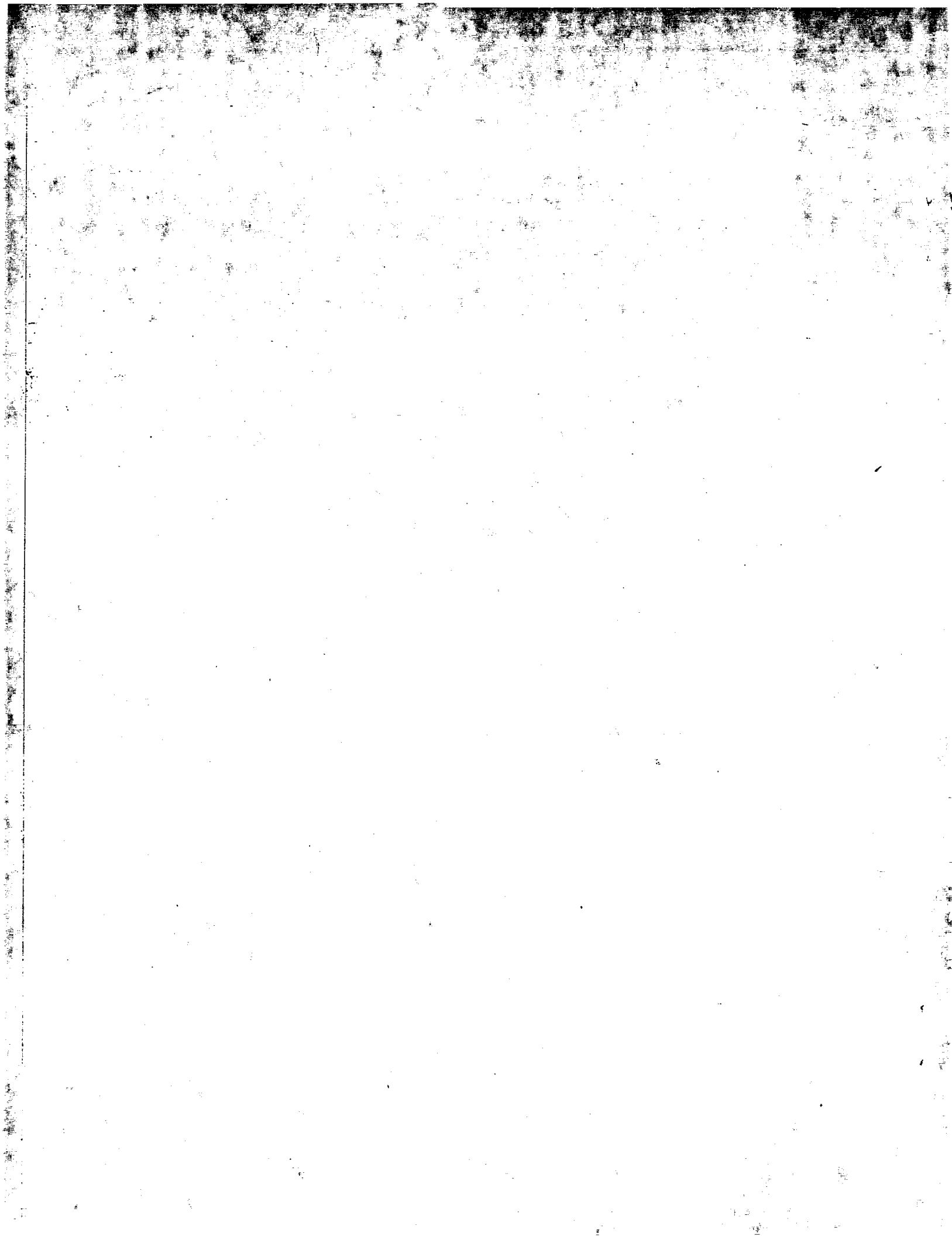
dass die beim Abschalten am induktiven Verbraucher (L, L1, L2) auftretende Abschaltenergie ($W = \frac{1}{2} LI^2$) transformatorisch auf eine Zusatzinduktivität (Lz, L2, L1) übertragbar ist, die mit einem Widerstand (R) belastet oder in Gegenstromrichtung mit der Gleichstrom-Versorgungsspannung (Ubatt) gekoppelt ist.

25

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der induktive Verbraucher (L) und die Zusatzinduktivität (Lz) als gegensinnig gewickelte Spulen mit gemeinsamem Magnetkreis ausgebildet sind (Fig. 1).

30

- 5 3. Anordnung nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass bei einem elektronisch kommutierbaren Motor die Zusatzinduktivität
 für eine bestromte Erregerwicklung (z.B. L1) jeweils die im Kommutie-
 rungszyklus nachfolgend gegensinnig bestromte Erregerwicklung (L2) ist.
- 10 4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Leistungshalbleiter-Endstufen (T, T1, T2) N-Kanal-MOS-FETs in
 Low-Side-Schaltung sind.



1/1

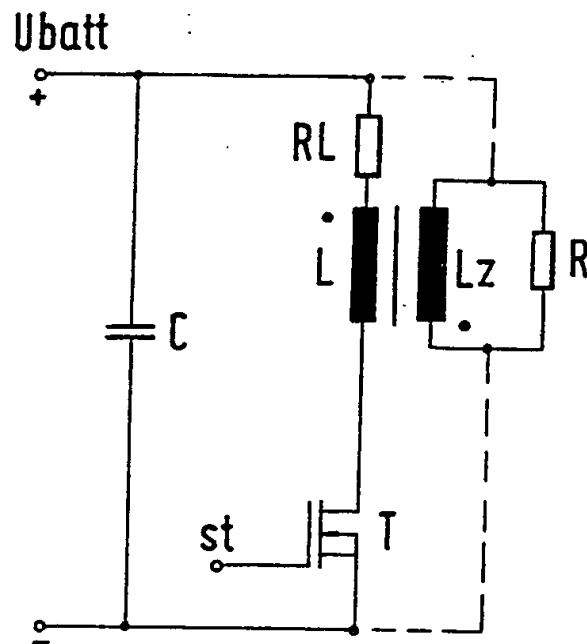


Fig. 1

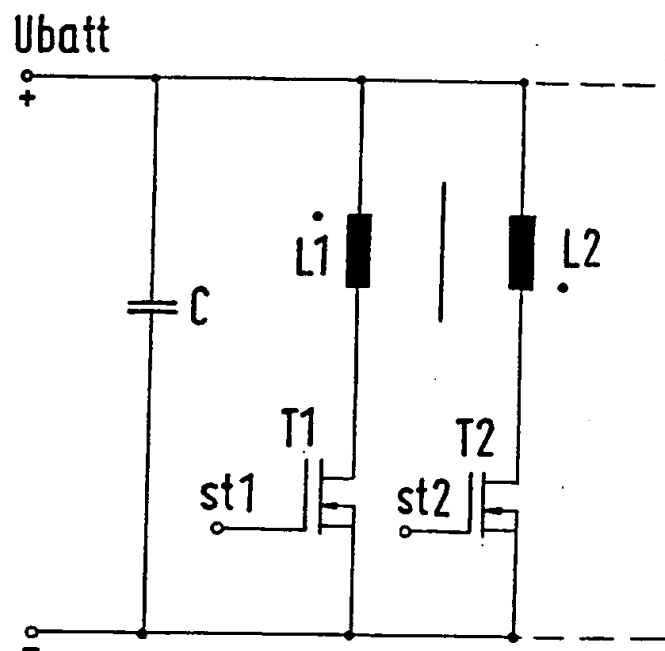


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.

PCT/L 0/02421

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02P7/05

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H02P H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 296 22 254 U (AEG HAUSGERAETE GMBH) 16 April 1998 (1998-04-16) the whole document	1-4
A	US 4 164 696 A (KASTILAHN WILLIAM C ET AL) 14 August 1979 (1979-08-14) abstract; figure 1	1,3
A	WO 93 23918 A (ELECTRIC POWER RES INST) 25 November 1993 (1993-11-25) abstract; figures 9-11	1,3

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *S* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 December 2000

Date of mailing of the international search report

12/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beyer, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02421

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 29622254 U	16-04-1998	WO 9828838 A EP 0947043 A JP 2000509957 T	02-07-1998 06-10-1999 02-08-2000
US 4164696 A	14-08-1979	CA 1103305 A	16-06-1981
WO 9323918 A	25-11-1993	US 5376851 A AT 148599 T AU 673178 B AU 4371893 A AU 7050596 A DE 69307881 D EP 0641501 A JP 7508157 T US 5459385 A ZA 9303324 A	27-12-1994 15-02-1997 31-10-1996 13-12-1993 16-01-1997 13-03-1997 08-03-1995 07-09-1995 17-10-1995 19-11-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern ☐ Aktenzeichen

PCT/DL /02421

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02P7/05

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02P H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 296 22 254 U (AEG HAUSGERÄTE GMBH) 16. April 1998 (1998-04-16) das ganze Dokument	1-4
A	US 4 164 696 A (KASTILAHN WILLIAM C ET AL) 14. August 1979 (1979-08-14) Zusammenfassung; Abbildung 1	1,3
A	WO 93 23918 A (ELECTRIC POWER RES INST) 25. November 1993 (1993-11-25) Zusammenfassung; Abbildungen 9-11	1,3

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Dezember 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12/12/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beyer, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

die zur selben Patentfamilie gehören

Nummer des Aktenzeichens

PCT/DE 00/02421

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 29622254 U	16-04-1998	WO 9828838 A	02-07-1998
		EP 0947043 A	06-10-1999
		JP 2000509957 T	02-08-2000
US 4164696 A	14-08-1979	CA 1103305 A	16-06-1981
WO 9323918 A	25-11-1993	US 5376851 A	27-12-1994
		AT 148599 T	15-02-1997
		AU 673178 B	31-10-1996
		AU 4371893 A	13-12-1993
		AU 7050596 A	16-01-1997
		DE 69307881 D	13-03-1997
		EP 0641501 A	08-03-1995
		JP 7508157 T	07-09-1995
		US 5459385 A	17-10-1995
		ZA 9303324 A	19-11-1993